

2022.03.17 太陽研究最前線ツアー

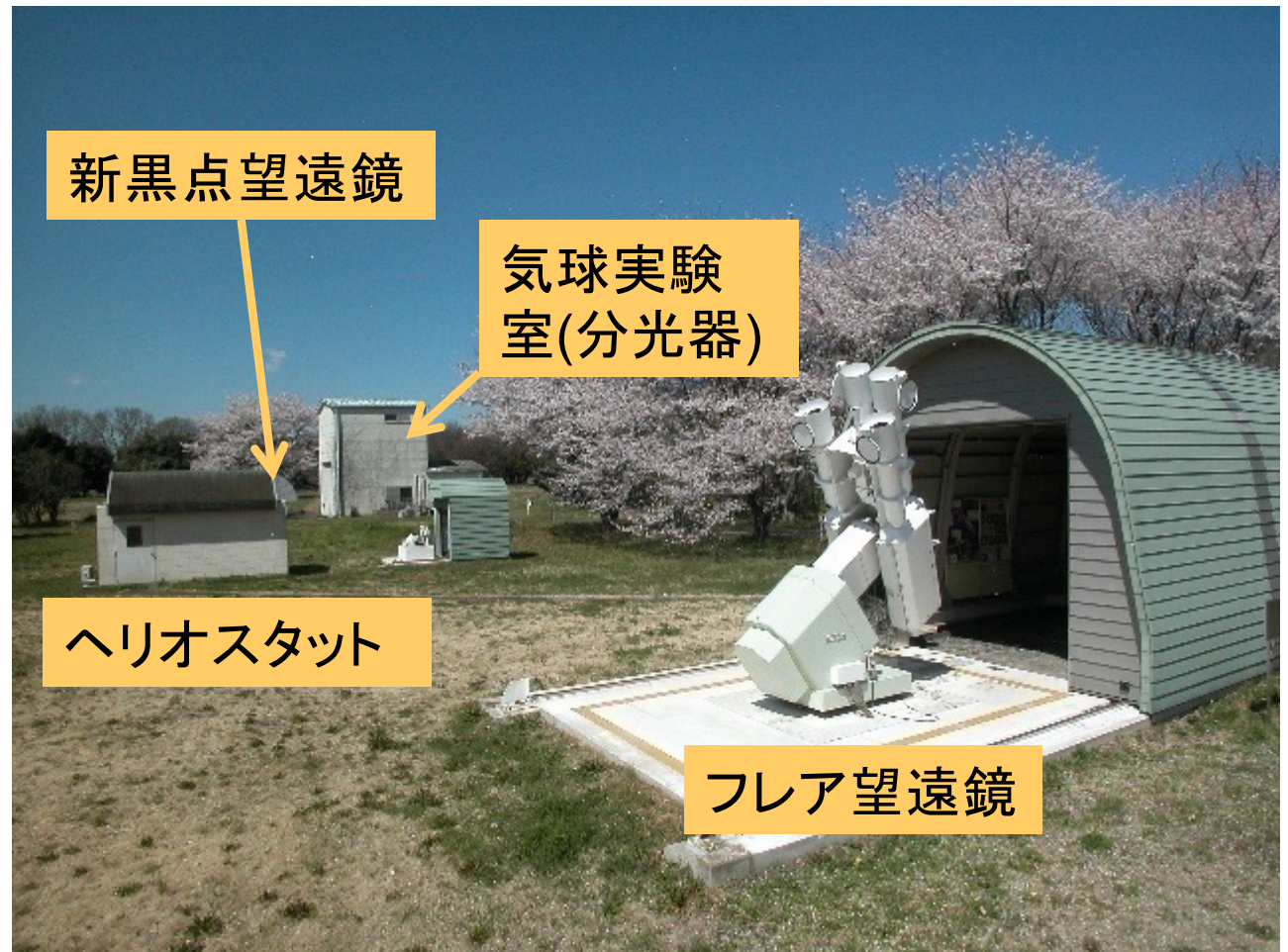
国立天文台 三鷹太陽観測装置紹介

花岡 庸一郎
(国立天文台)



国立天文台三鷹の太陽観測装置

- 国立天文台太陽関連プロジェクトのうち、「太陽観測科学プロジェクト」で地上観測を行っている
- 三鷹の装置群
 - 太陽全体をとらえる「シノプティック観測」を継続中
 - 三鷹キャンパスで行っている数少ない観測のひとつ

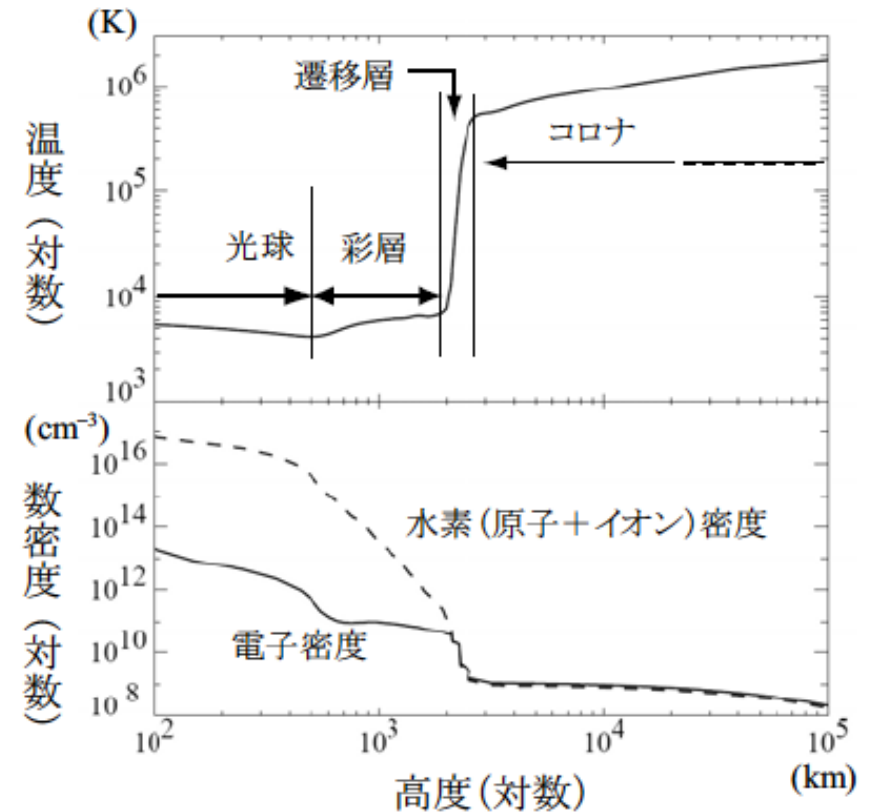
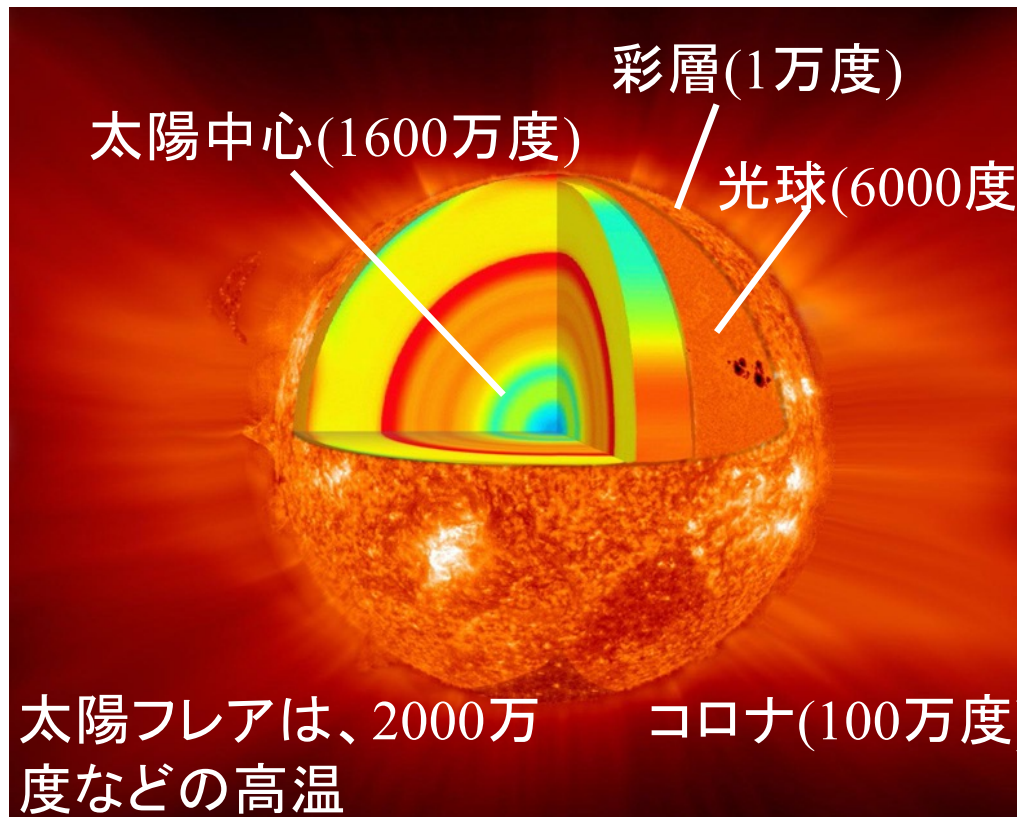


観測室の様子



光球・彩層をとらえる地上観測

- 光球(ガスが支配する世界)~コロナ(磁場が支配する世界)のうち、低温側でのプラズマのふるまいと磁場をとらえる



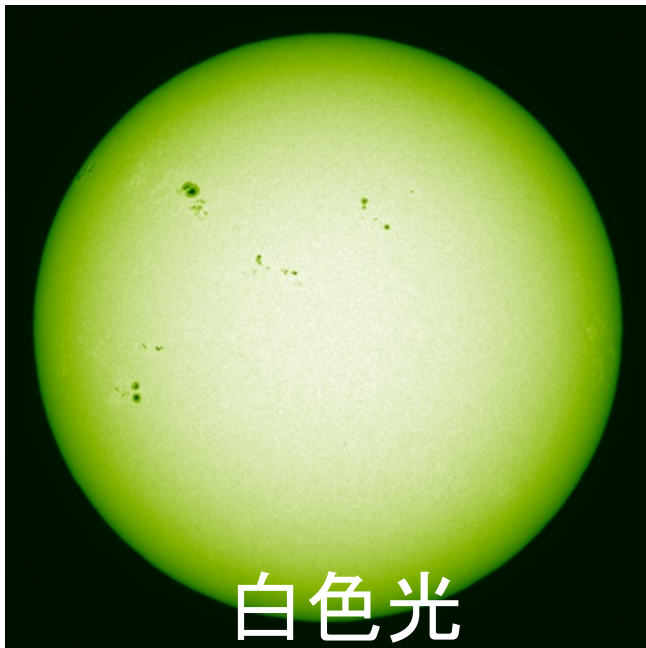
太陽フレア望遠鏡

- 1990年から観測を開始
- 2015年度まで数年間でフレア望遠鏡のバックエンド装置をすべて更新 (Hanaoka+2020)
- この他、黒点望遠鏡などでも観測中

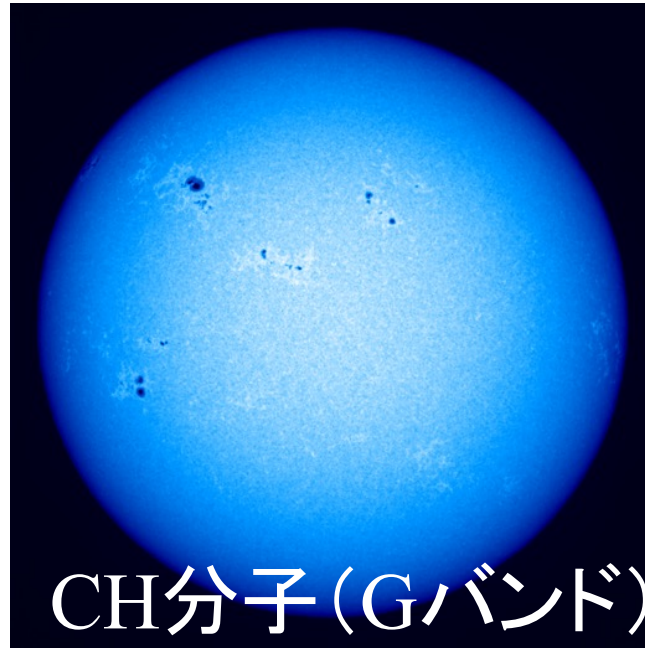


フレア望遠鏡

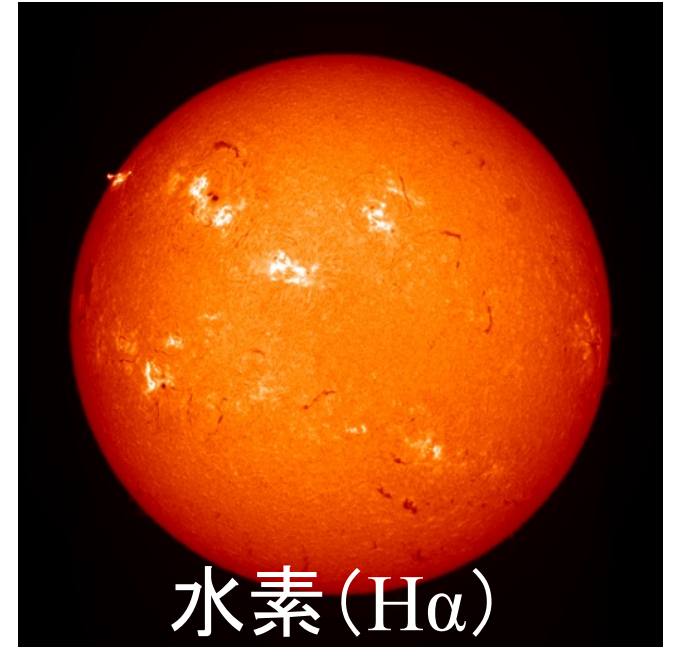
太陽全面のデータを毎日取得



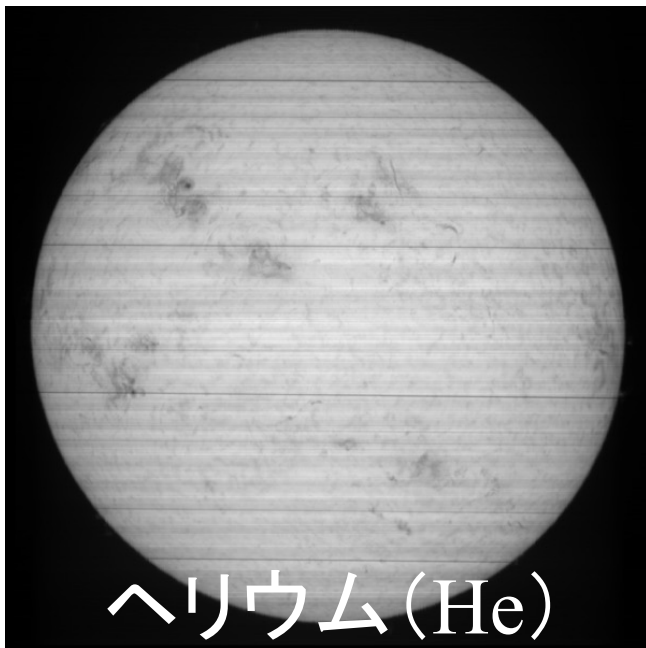
白色光



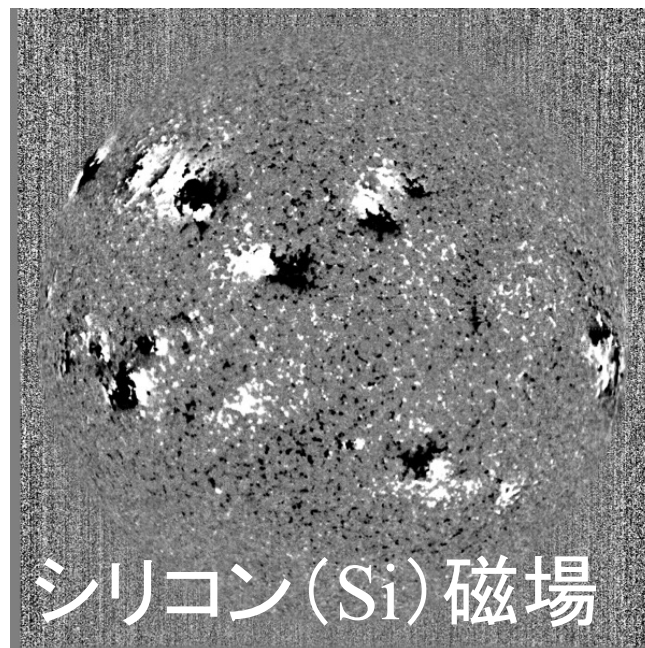
CH分子(Gバンド)



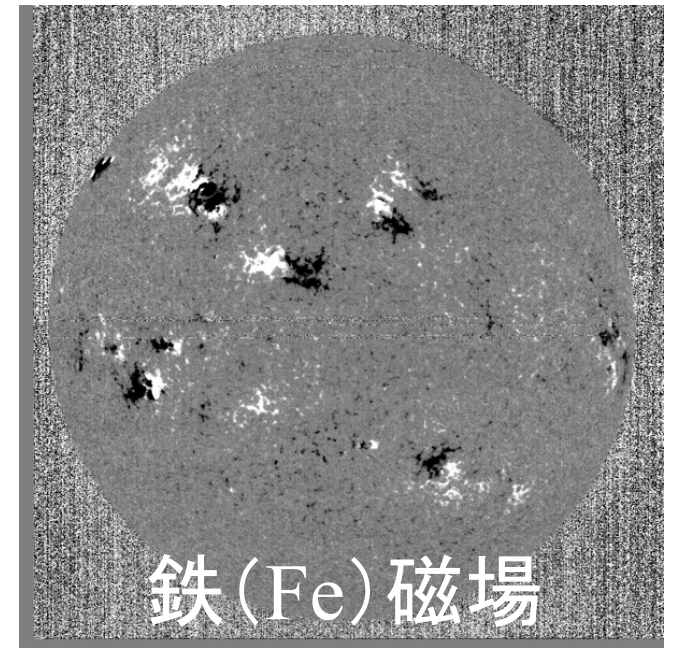
水素(H α)



ヘリウム(He)



シリコン(Si)磁場



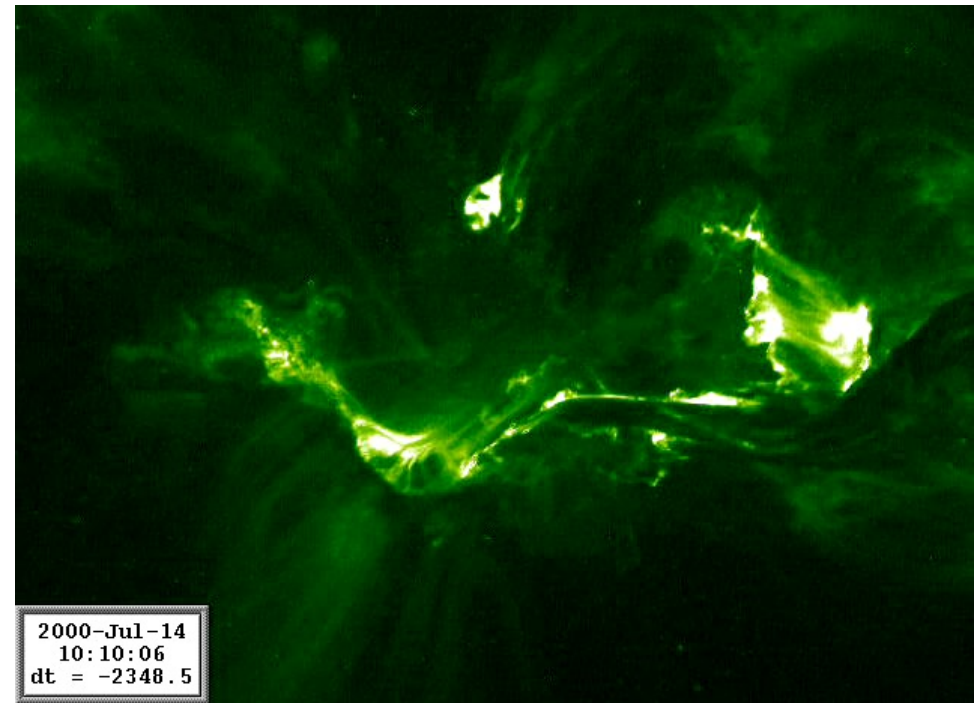
鉄(Fe)磁場

私たちの観測の目的

- 磁場が原因となるプラズマの激しいふるまい(太陽表面でのエネルギー解放)と、そのもとになる磁場をとらえる
- 長期にわたる太陽活動の変遷をとらえる

プラズマの激しいふるまい： 太陽での爆発の様相

- 「太陽フレア」と呼ばれるもの、「コロナ質量放出」と呼ばれるものがある
- フレアの実例
 - 太陽表面での急激なエネルギー解放、高温プラズマの発生

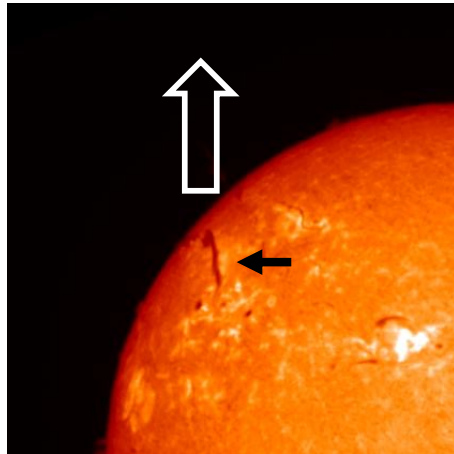


地球の大きさ

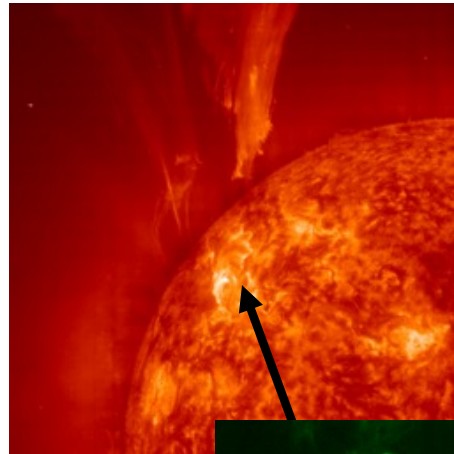
コロナでの爆発(フレア) 10

(TRACE衛星、NASA/Lockheed Martin)

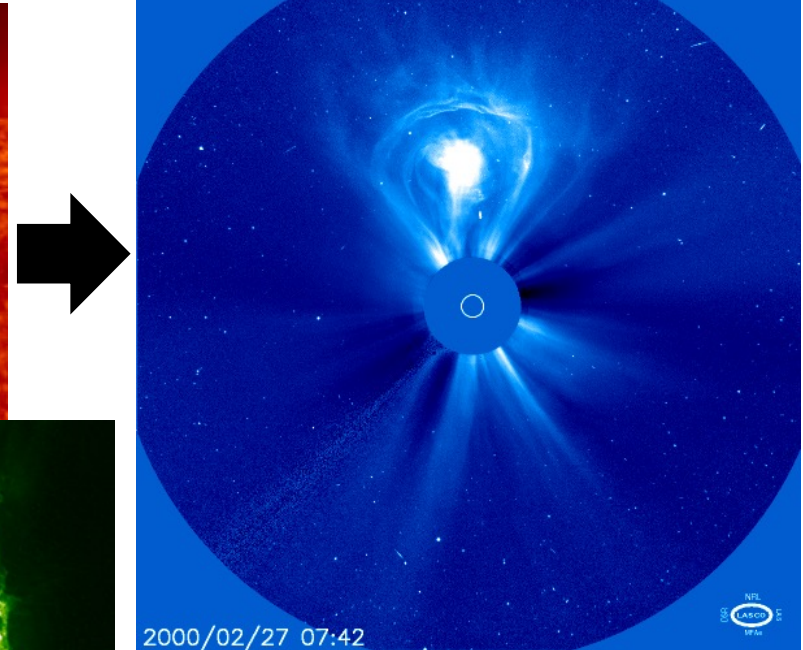
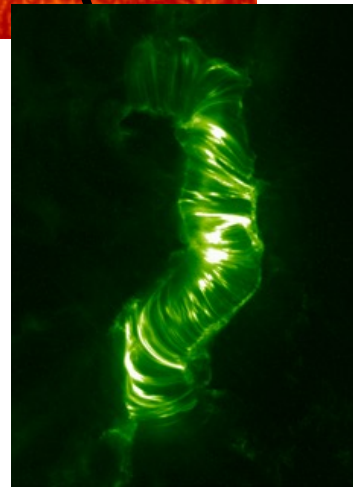
太陽面爆発は惑星間空間へ



フィラメントという冷たいガスの塊があり、太陽本体でのゆっくりとした磁場変化によって引き起こされた小さな磁場構造変化をきっかけにして、上昇を始める



フィラメントと周囲のコロナは上空へと飛び、その跡でコロナがアーケード状に輝く



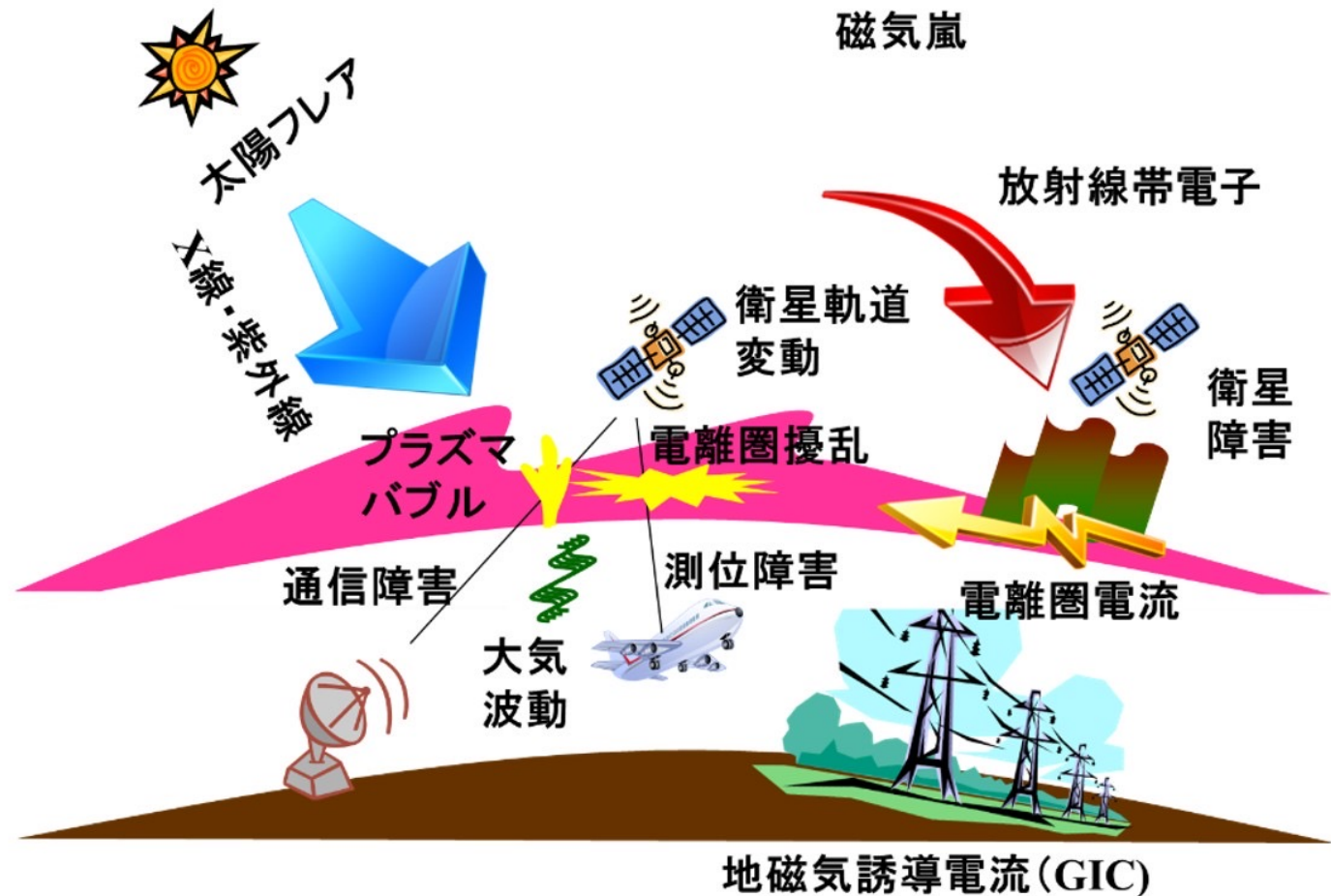
飛び出したプラズマは惑星間空間へと去っていく

Mees Observatory, SOHO/EIT, TRACE, SOHO/LASCO

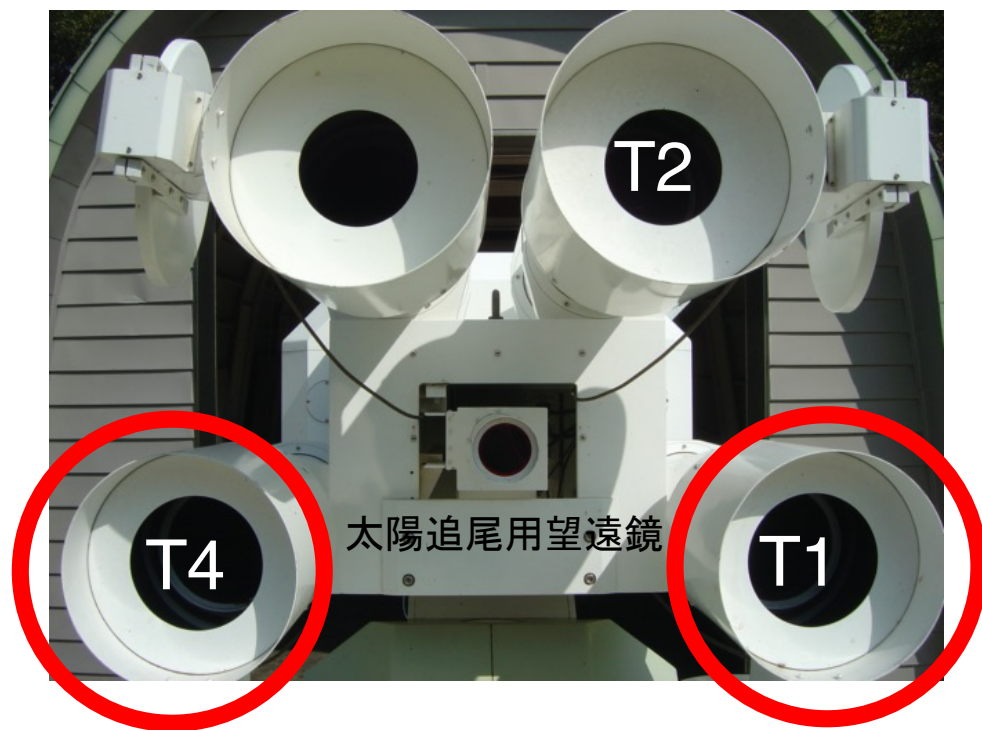
宇宙天気現象の再初期段階をとらえる

宇宙天気

- 太陽の現象が原因となって変動する惑星間空間の姿: 宇宙天気
- 気象と同じく、激しければ災害も
- 台風などと違って「普段気がつかない」
 - 昔は気にする必要もなかったということ

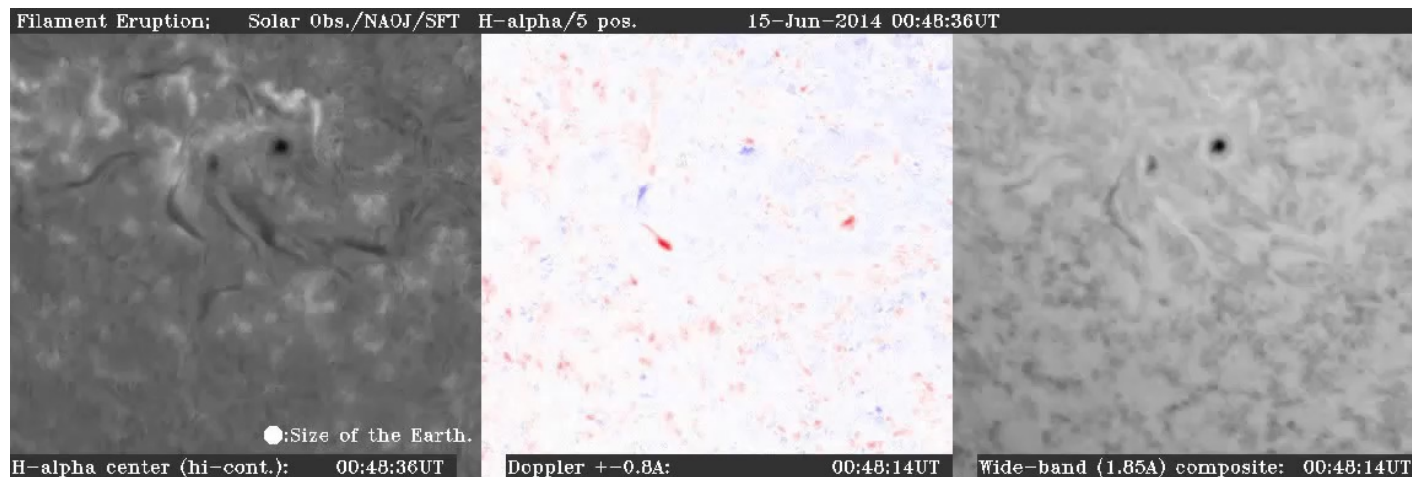
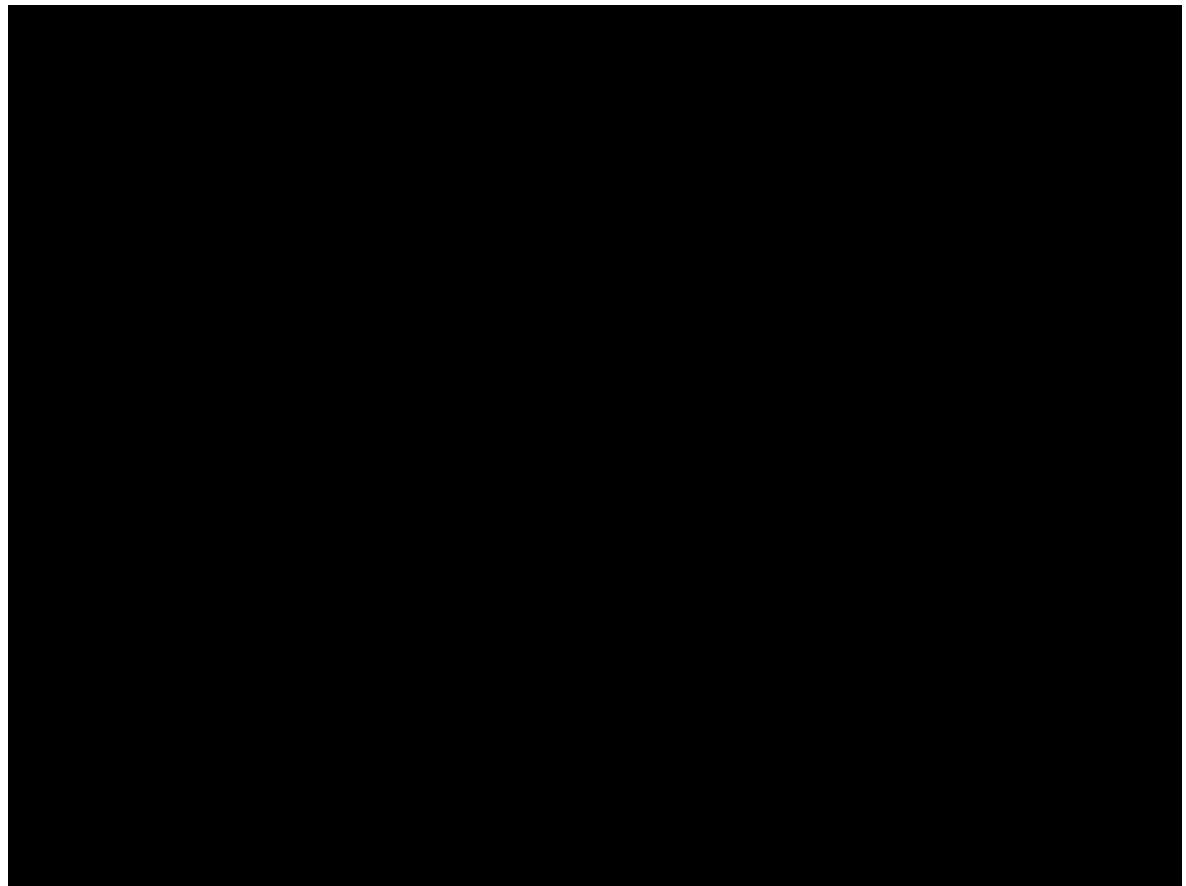


撮像観測系



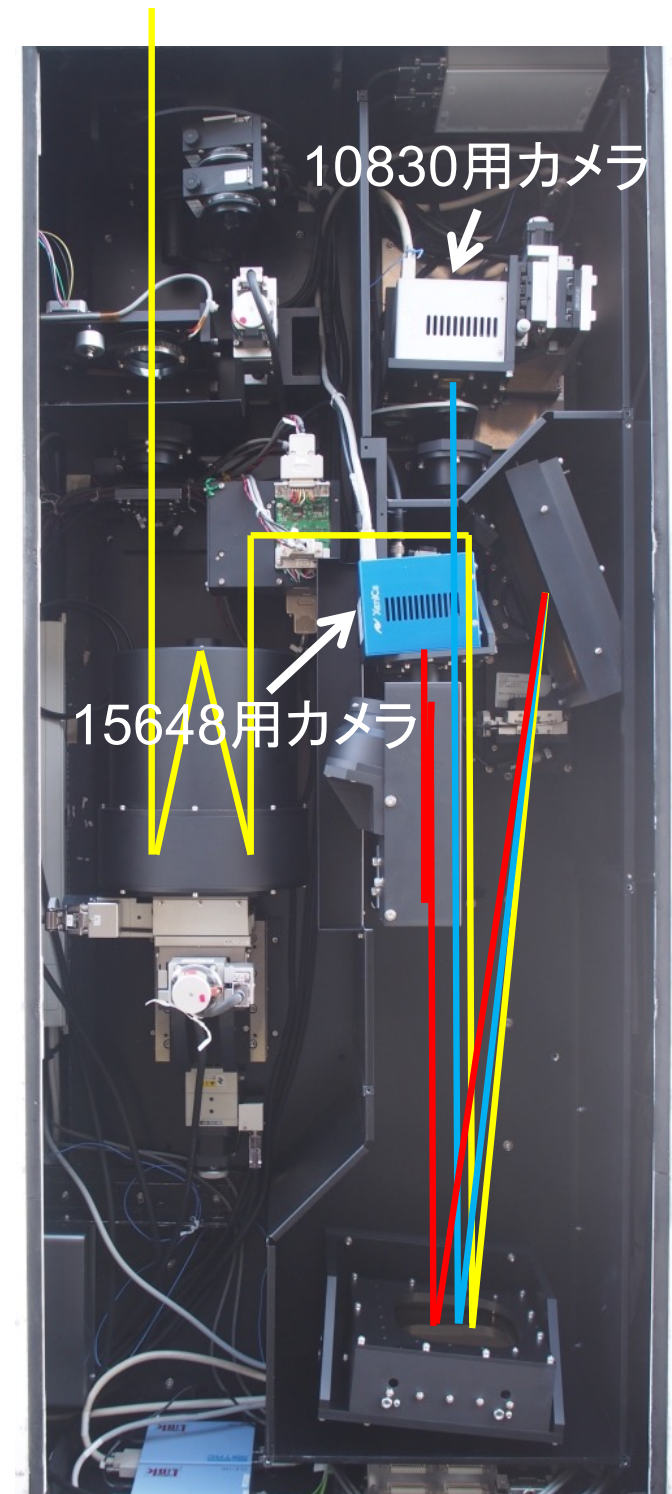
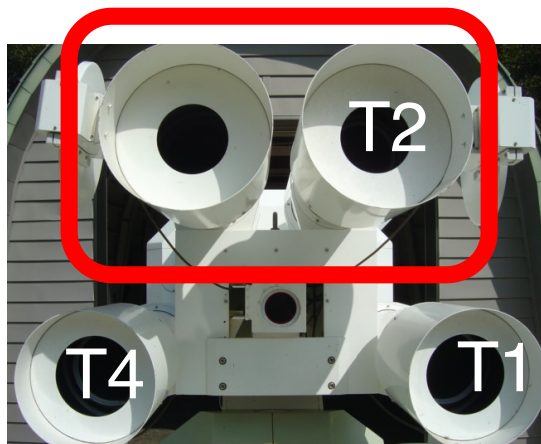
太陽表面プラズマとその運動をとらえる

- フレア望遠鏡でとらえたフレア、フィラメント噴出
 - 秒速数十～数百kmに及ぶ激しい運動をともなう



太陽表面の磁場をとらえる

- 赤外マグネトグラフ (T2)
- 太陽全面近赤外でのベクトル磁場観測を世界に先駆けて実現
- 光球磁場に加え、彩層の磁場情報を定常的に取得(Sakurai et al. 2018)
- 観測波長域 (光球・彩層の磁場観測に適している)
 - He 1083.0(彩層)・Si 1082.7(光球)
 - Fe 1564.8(光球)
- カメラ2台で2波長域同時観測、太陽全面スキャン1日2~3回



太陽は磁場の星

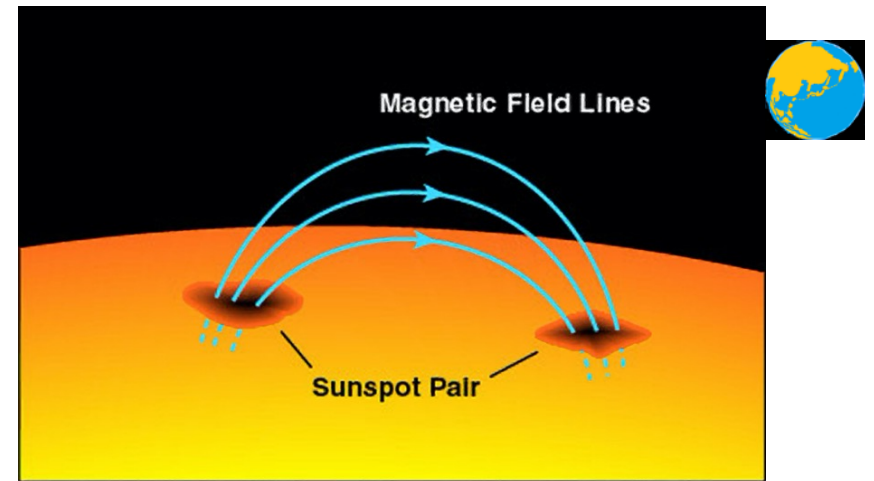
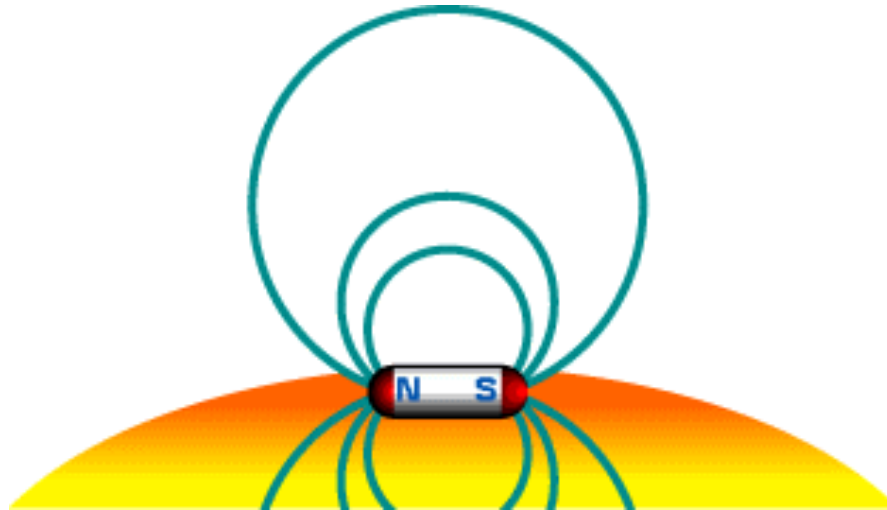


Figure 3: Sunspots generated by a magnetic field

LAMOST/Nature of the Universe

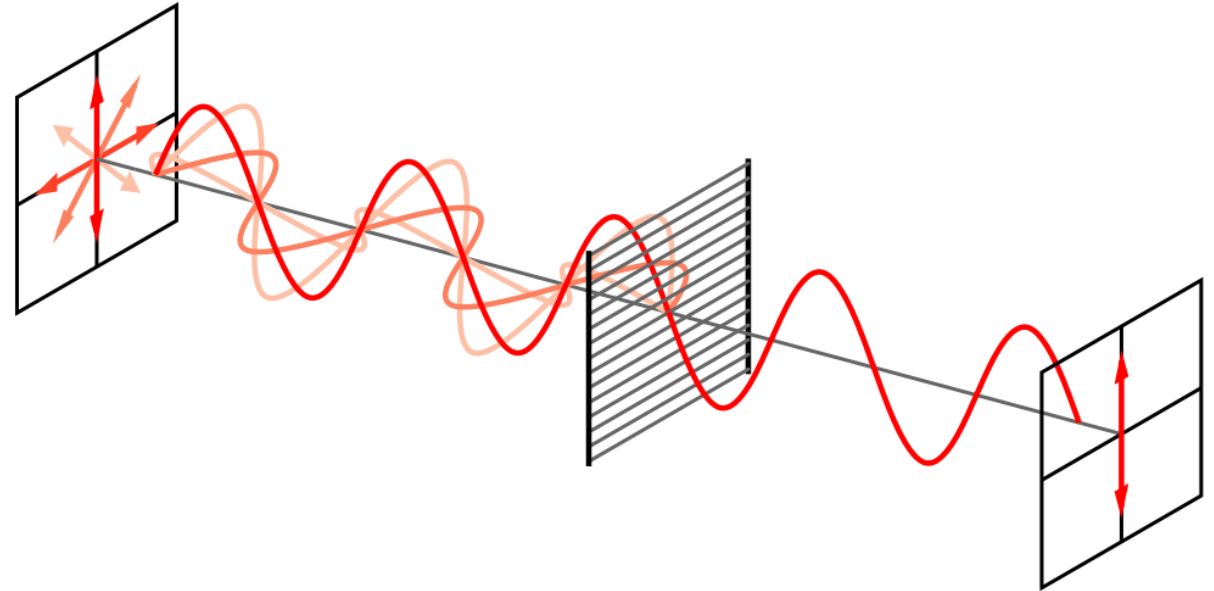
黒点は太陽表面にある磁石

- 磁場の強さ
 - 黒点 100ミリテスラ
 - 永久磁石 100ミリテスラ
 - 地球磁場 0.05ミリテスラ
- ・磁場のエネルギーが太陽表面でのエネルギー解放を支配している
- ・ただし、磁場を直接見ることはできない

偏光を使って磁場を見る

- 偏光

- 光は横波なので電気ベクトルがある方向に振動している
- 磁場があると、ゼーマン効果などによる偏光が生じる

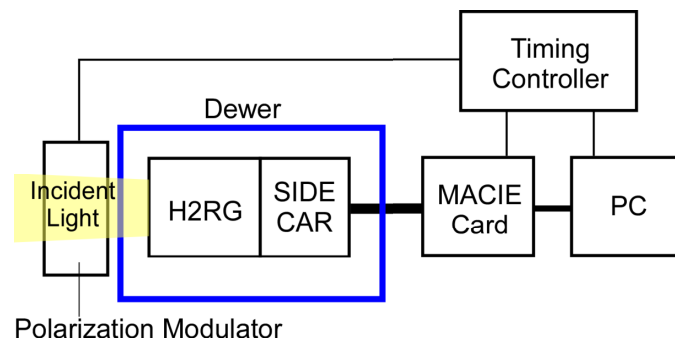
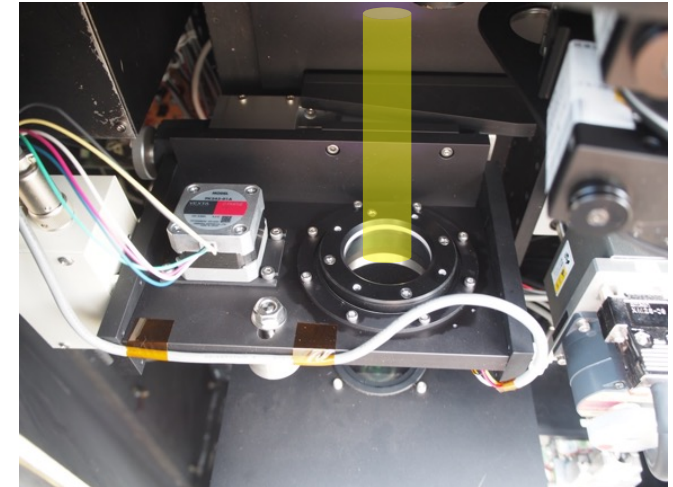


赤外マグネットグラフ装置紹介

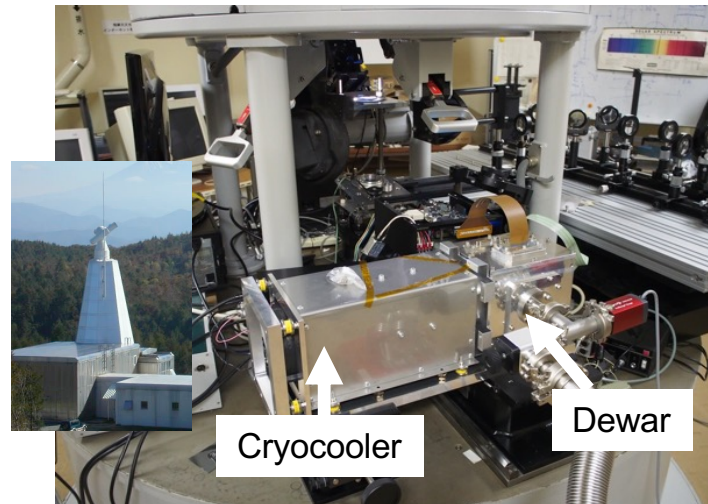


装置は自分で作る

- 特に、偏光観測のための機器のような特殊なものは、自前の開発が必要
 - 例：赤外マグネトグラフの偏光変調装置
- 将来の観測のための赤外カメラも自前で作る
 - 下の例は、開発したカメラを、京都大学飛騨天文台にて実験観測に使用しているところ

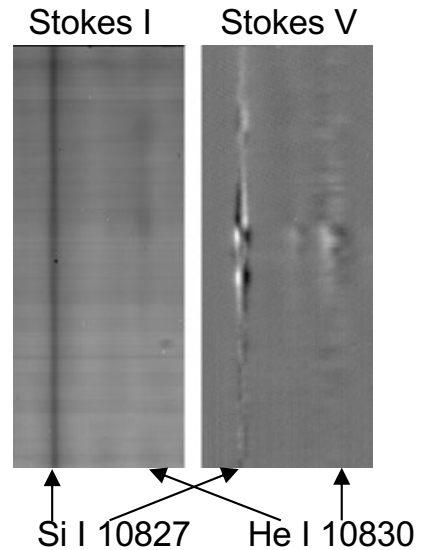


赤外カメラの構成



垂直分光器に設置した赤外カメラ

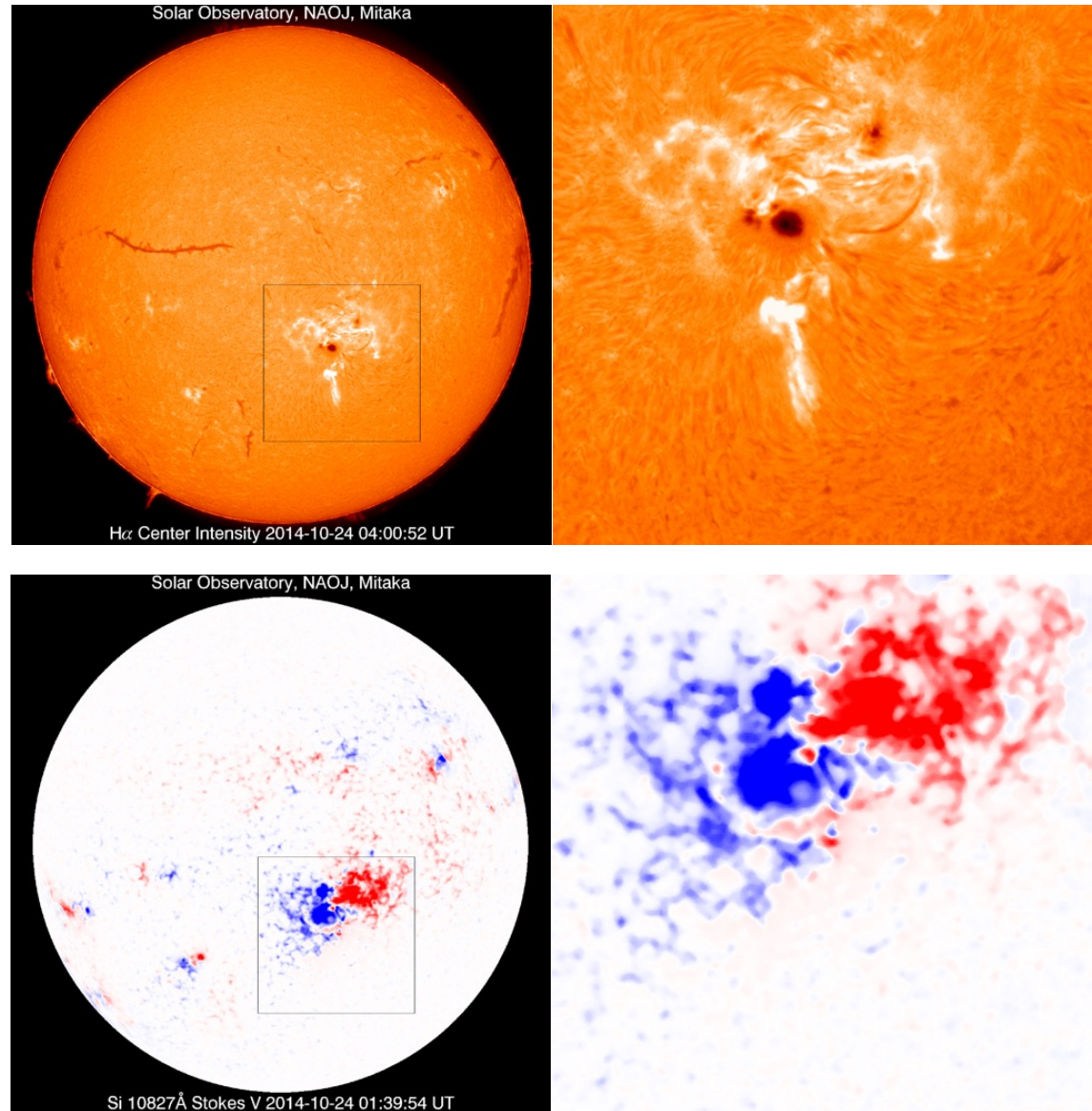
飛騨天文台ドームレス望遠鏡での観測実験



得られたデータの例

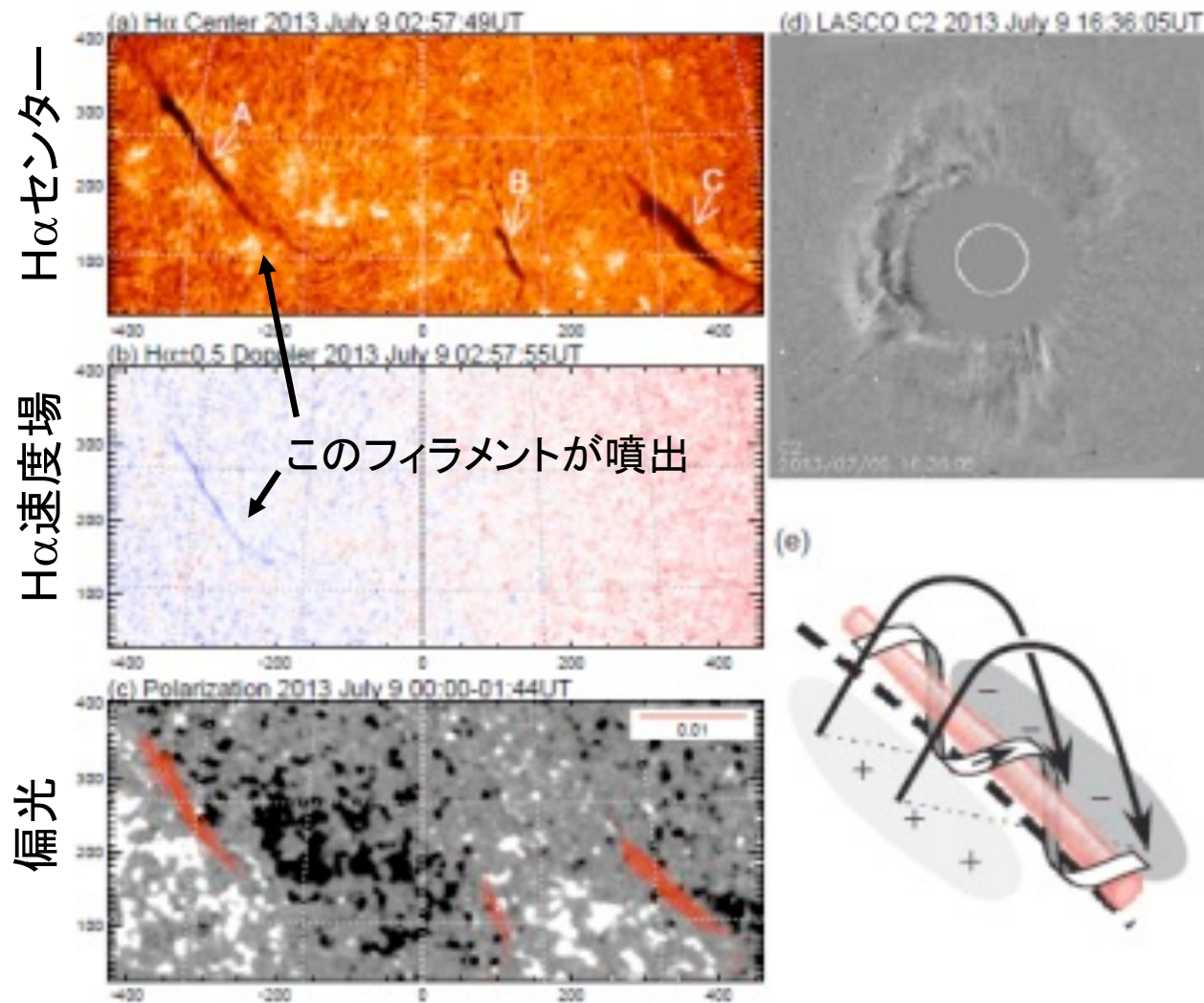
フレア望遠鏡がとらえた太陽表面の磁場 と惑星間空間

- 太陽表面の爆発現象を起こすに至る磁場の変遷を追跡する



地球に向かって飛ぶフィラメント： 2013年7月9～14日の例

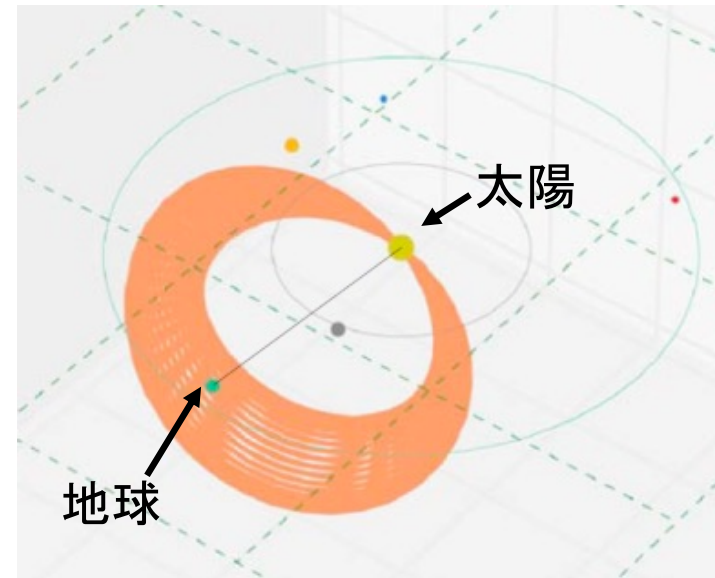
- フレア望遠鏡でとらえたフィラメントの速度場・磁場と、CME (SOHO/LASCO O)



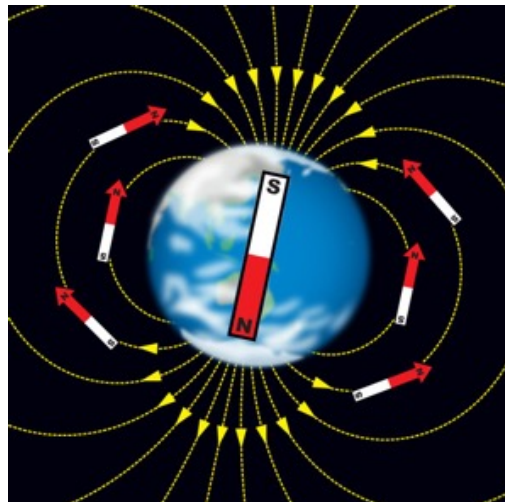
噴出前のフィラメントの偏光(磁場)が観測されている (He I 10830)

フィラメントから磁気嵐へ： 2013年7月9～14日の例

- 地球へ向かうCMEと磁気嵐 (Moestl+2018)
- 太陽表面の現象は手の届かないところで起こっているものではない

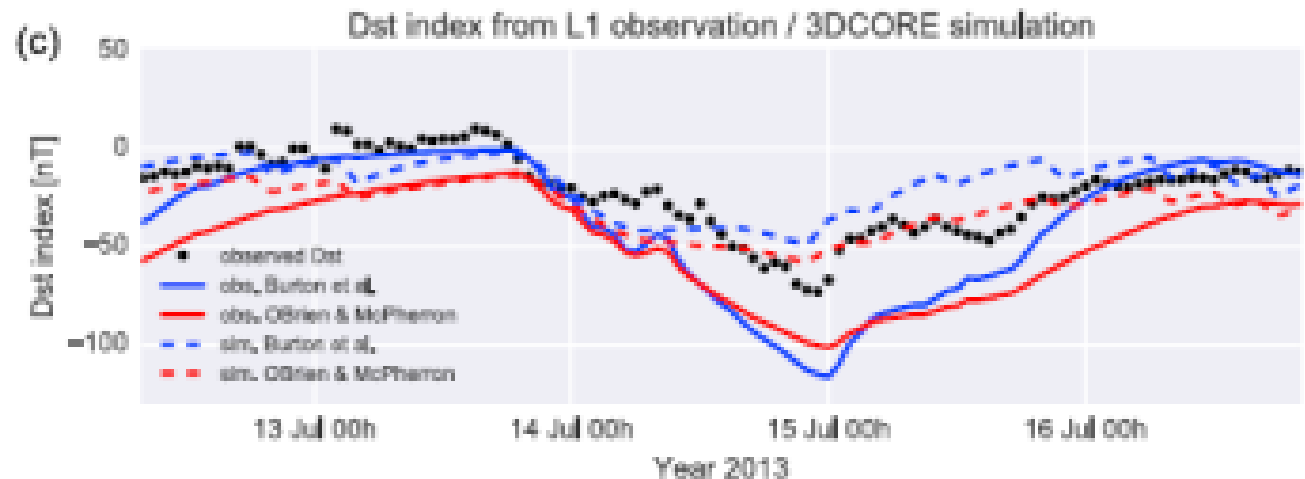


推定されたCME flux rope



地磁気

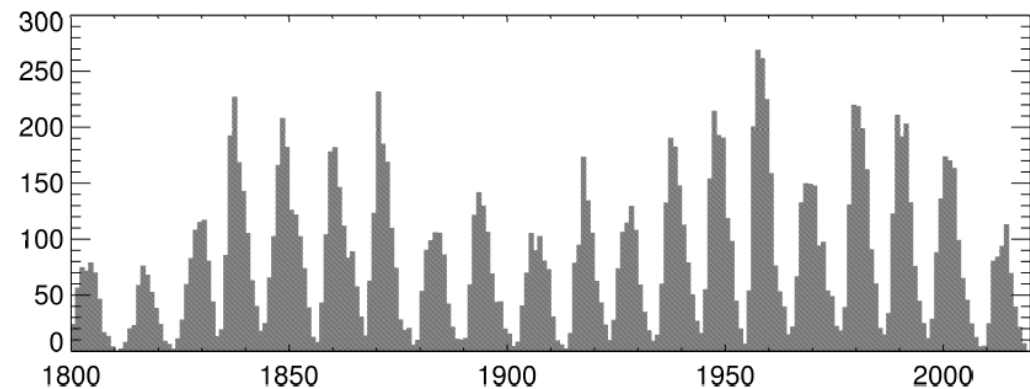
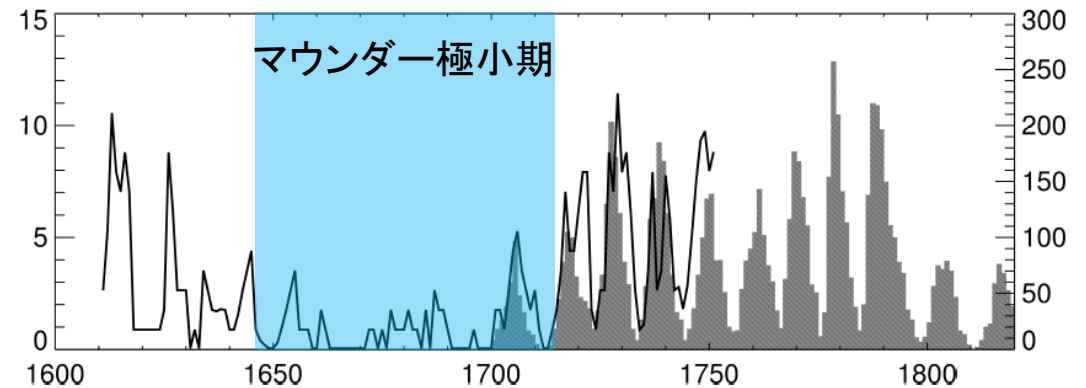
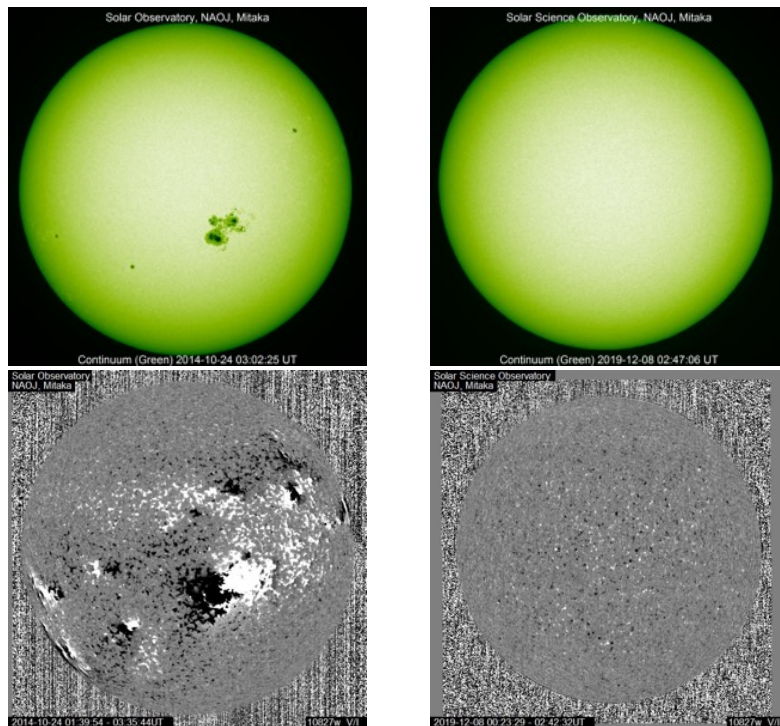
(理科年表オフィシャルサイト)



地磁気(Dst)の変動

長期的な継続観測とデータ蓄積

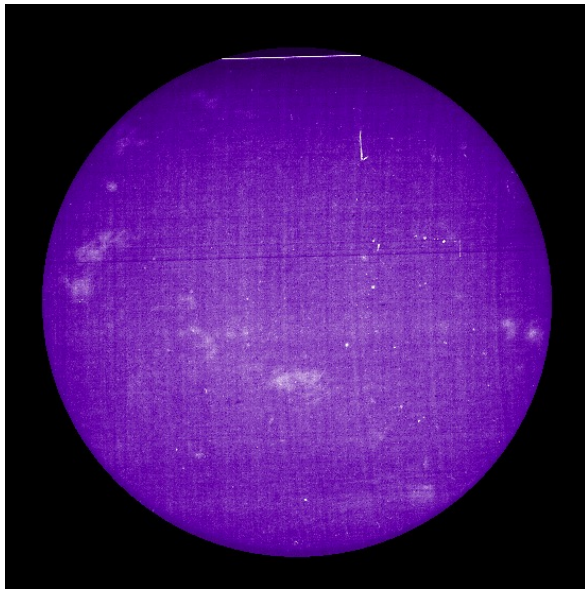
- 黒点数の11年周期と長期の変動
 - 望遠鏡が発明された17世紀初め以来、400年にわたって黒点数の変動がわかっている
 - 黒点数には変動があり、特に17世紀後半を中心とした期間には極端に黒点が少なかった
 - マウンダー(Maunder)極小期



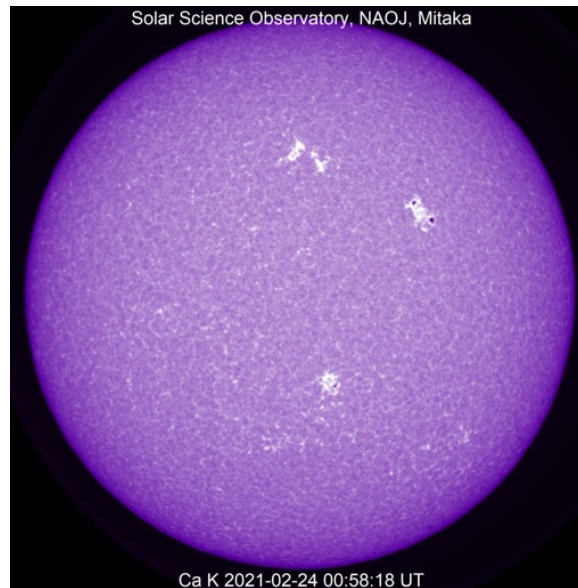
400年間の黒点相対数の変動(SILSO/SIDCによる)

長期的な継続観測とデータ蓄積

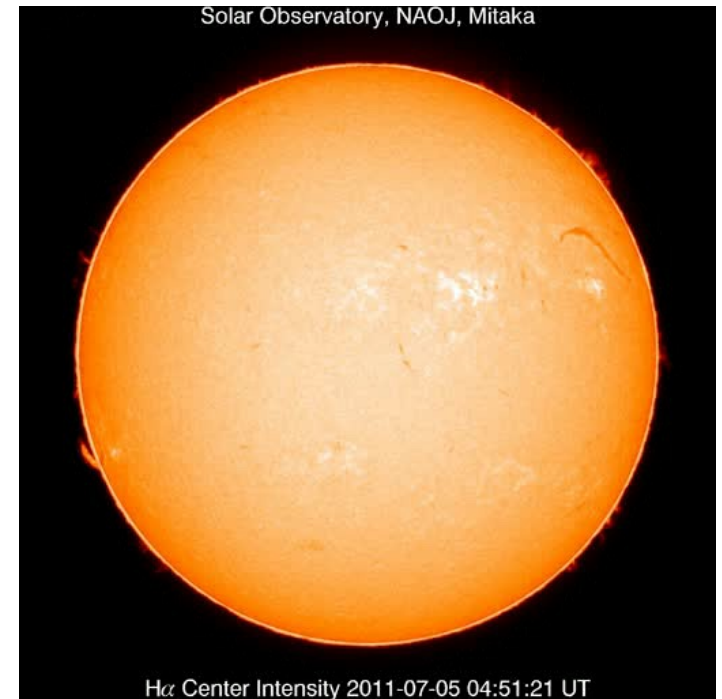
- 100年以上にわたるデータを保持・公開
- 黒点ばかりでなく、彩層活動、そして磁場のデータの長期の蓄積により、太陽活動変動の解明を目指す



1917年のCa K画像



現代の観測



三鷹に来る機会があれば、一度 覗いてみてください

- 見学
- 望遠鏡を動かしてみたい方
- もちろん大学院での研究、または卒論での利用も

